
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2010/2011

April/Mei 2011

EEK 270 – Analisis Sistem Kuasa

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi **ENAM** soalan.

Jawab **LIMA** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

“Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.”

“In the event of any discrepancies, the English version shall be used.”

1. (a) Kuasa tiga-fasa sentiasa dijana dibandingkan dengan kuasa satu-fasa, terangkan sebab utamanya.

Three-phase power is usually generated instead of single phase power, explain the main reason.

(10 markah/marks)

- (b) Terangkan secara ringkas kebaikan-kebaikan sistem per-unit.

Explain briefly the advantages of per-unit system.

(30 markah/marks)

- (c) Buktikan $I_{Line} = \sqrt{3} |I_{phase}| \angle -30^\circ$ untuk beban sambungan delta.

Prove that $I_{Line} = \sqrt{3} |I_{phase}| \angle -30^\circ$ for delta-connected loads.

(60 markah/marks)

2. (a) Konduktor-konduktor bundel sentiasa digunakan untuk talian penghantaran yang membawa voltan 230kV ke atas, nyatakan kebaikan-kebaikan konduktor-konduktor bundel.

Bundling of conductors is used in the transmission line with voltages above 230kV, what are the advantages of bundling conductors?

(30 markah/marks)

- (b) Untuk sesuatu talian tiga-fasa, jarak di antara konduktor-konduktor talian kuasa adalah seperti berikut:

For a three-phase line, spacing of conductors of the power line is given as follows:

$$D_{13} = 2D_{12} = 2D_{23}$$

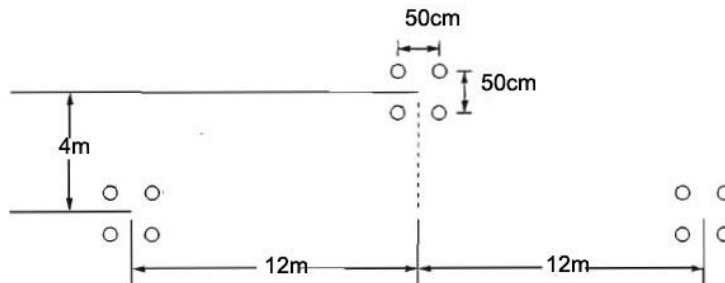
Jarak setara sama sisi ialah 3m, kira D_{13} .

The equivalent equilateral spacing is 3m, find D_{13}

(20 markah/marks)

- (c) Untuk sesuatu talian atas seperti ditunjukkan pada Rajah 2(c) yang beroperasi pada 60 Hz, tentukan rintangan untuk satu-fasa dan regangan induktif dalam ohms/km/fasa. Rintangan untuk setiap konduktor dalam empat-konduktor bundel ialah 0.075 ohm/km dan radius untuk konduktor-konduktor ialah 1.58cm.

For a overhead line of configuration shown in Figure 2(c), operating at 60 Hz, determine the resistance per phase and inductive reactance in ohms/km/phase. The resistance of each conductor in the four-conductor bundle is 0.075 ohm/km and the radius of conductors is 1.58cm.



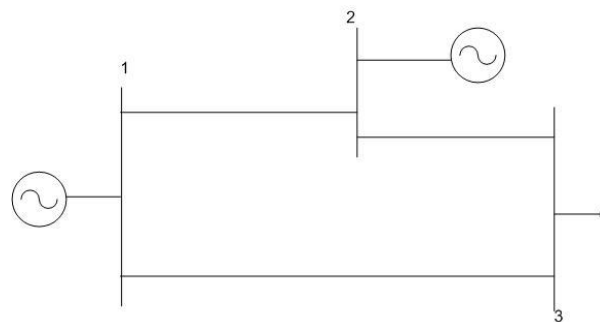
Rajah 2 (c)
Figure 2 (c)

(50 markah/marks)

...4/-

3. (a) Untuk rangkaian yang ditunjukkan dalam Rajah 3(a), bus 1 adalah bus rujukan. Data talian dan bus adalah diberikan di dalam Jadual 3(a) and 3(b) masing-masing. Dapatkan penyelesaian voltan pada bus 2 dan 3 untuk satu ulangan dengan cara Newton-Raphson.

For the network shown in Figure 3(a), bus 1 is the slack bus. The line and bus data are given in Table 3(a) and 3(b), respectively. Obtain one iteration for the voltage at bus 2 and 3 using Newton-Raphson method.



Rajah 3 (a)
Figure 3 (a)

Jadual 3 (a): Garisan data untuk rangkaian pada Rajah 3 (a)

Table 3 (a): Line data for the network in Figure 3 (a)

Between buses	Line impedance
1-2	$0+j0.1$
2-3	$0+j0.2$
1-3	$0+j0.2$

Jadual 3 (b): Data bus untuk rangkaian pada Rajah 3.

Table 3 (b): Bus data for the network in Figure 3.

Bus number	Type	Generator		Load		Voltage magnitude $ V $	Reactive power limit	
		P	Q	P	Q		Q_{\min}	Q_{\max}
1	Slack	-	-	-	-	1.0	-	-
2	P-V	5.3217	-	-	-	1.1	0	5.3217
3	P-Q	-	-	3.6392	0.5339	-	-	-

(60 markah/marks)

...5/-

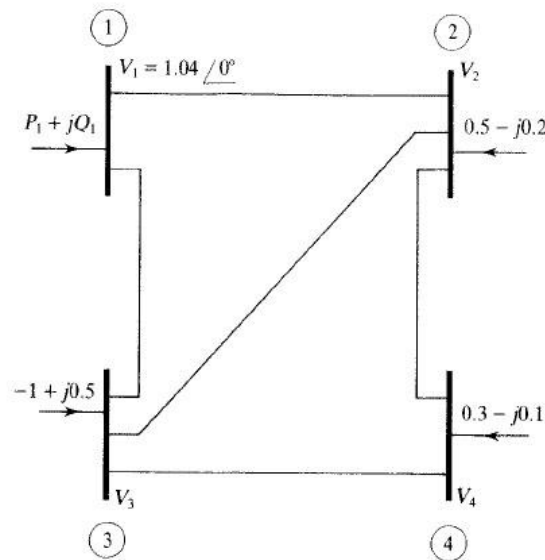
- (b) Untuk sistem yang ditunjukkan di dalam Rajah 3(b) di bawah, matriks bas admitans adalah seperti berikut:

For the system shown in Figure 3(b) below, the bus admittance matrix is given as follows:

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} 3 - j9 & -2 + j6 & -1 + j3 & 0 \\ -2 + j6 & 3.666 - j11 & -0.666 + j2 & -1 + j3 \\ -1 + j3 & -0.666 + j2 & 3.666 - j11 & -2 + j6 \\ 0 & -1 + j3 & -2 + j6 & 3 - j9 \end{bmatrix} \text{pu}$$

Dengan kuasa kompleks pada bas 2, 3 dan 4 seperti yang diberikan dalam gambarajah, dapatkan nilai-nilai untuk V_2 yang dihasilkan melalui dua ulangan yang pertama dengan cara Gauss-Seidel.

With the complex power on buses 2, 3 and 4 as shown in the figure, obtain the values for V_2 which are produced by the first two iteration of Gauss-Seidel method.



Rajah 3 (b)
Figure 3 (b)

(40 markah/marks)
...6/-

4. Diagram satu-talian daripada sebuah sistem kuasa terpadu seperti ditunjukkan pada Rajah 4 dibawah ini. Masing-masing penjana diwakilkan oleh suatu dge (daya gerak elektrik) dan regangan peralihan. Seluruh galangan dinyatakan dalam per unit pada suatu asas bersama 100 MVA. Seluruh rintangan dan kemuatan pirau diabaikan. Penjana-penjana beroperasi tanpa beban pada kadaran voltan dengan dge sefasa. Suatu gangguan tiga-fasa dengan suatu impedansi gangguan $Z_f = 0.16$ per unit terjadi pada bus 3.

The one-line diagram of an integrated power system as shown in Figure 4 below. Each generator is represented by an emf behind the transient reactance. All impedances are expressed in per unit on a common 100 MVA base. All resistances and shunt capacitances are neglected. The generators are operating on no load at their rated voltage with their emfs in phase. A three-phase fault with a fault impedance $Z_f = 0.16$ per unit occurs at bus 3.

Tentukan :

Determine :

- (i) Arus gangguan dalam per unit.

The fault current in per unit.

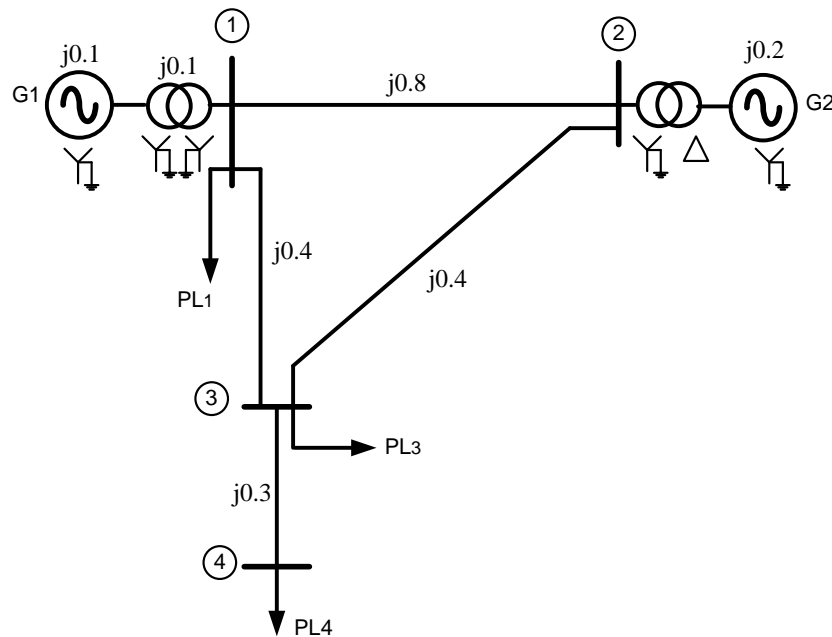
- (ii) Votan-voltan bus selama gangguan dalam per unit.

The bus voltages during fault in per unit.

- (iii) Arus litar pintas atau arus gangguan pada talian-talian dalam per unit.

The short circuit current or the fault current in the lines in per unit.

...7/-

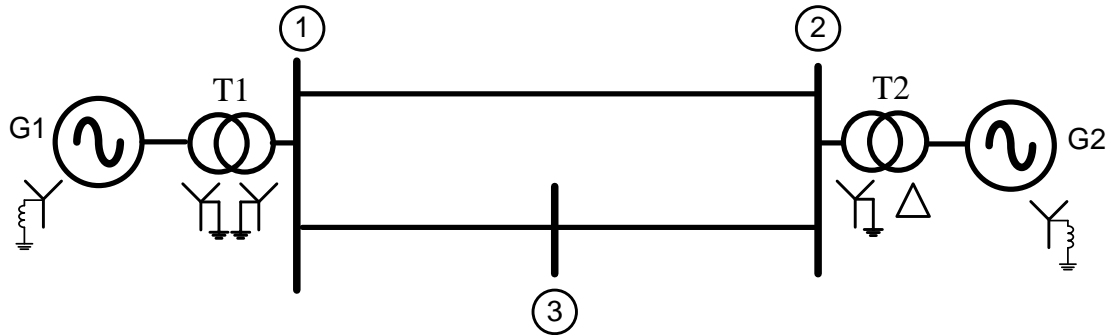


Rajah 4
Figure 4

(100 markah/marks)

5. Suatu sistem elektrik kuasa bersepadu mempunyai dua janakuasa seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5. Data regangan jujukan untuk sistem kuasa tersebut diberikan dalam Jadual 5 dalam per unit pada asas sepunya 100 MVA. Netral masing-masing penjana dibumikan melalui sebuah reaktor menghad arus 0.25/3 per unit pada asas 100 MVA. Penjana-penjana tanpa beban berjalan pada voltan kadaran dan frekuensi kadaran dengan dge (daya gerak elektrik) sefasa.

An interconnected electric power system has two generators as shown in Figure 5. The sequences reactance data for the power system as given in Table 5 in per unit on common base 100 MVA. The neutral of each generator is grounded through a current-limiting reactor 0.25/3 per unit on a 100 MVA base. The generators are running on no-load at their rated voltage and rated frequency with emfs in phase.



Rajah 5
Figure 5

Jadual 5: Regangan Jujutan
Table 5: Sequences Reactance

Item	Voltage Rating	Base MVA	X^1	X^2	X^0
Generator G1	20 kV	100	0.150	0.150	0.050
Generator G2	20 kV	100	0.150	0.150	0.050
Transformer T1	20/220 kV	100	0.100	0.100	0.100
Transformer T2	20/220 kV	100	0.100	0.100	0.100
Line 1-2	220 kV	100	0.125	0.125	0.300
Line 1-3	220 kV	100	0.150	0.150	0.350
Line 2-3	220 kV	100	0.250	0.250	0.7125

Note : X^1 is positive sequence reactance [pu]

X^2 is negative sequence reactance [pu]

X^0 is zero sequence reactance [pu]

Tentukan arus-arus gangguan untuk gangguan-gangguan sebagai berikut :

Determine the fault current for the following faults :

- (i) Gangguan satu fasa ke bumi pada bus 3 melalaui suatu galangan gangguan $Z_f = j0.1$ per unit.

A single line to ground fault at bus 3 through a fault impedance $Z_f = j0.10$ per unit.

- (ii) Gangguan talian gandaan ke bumi pada bus 3 melalaui suatu galangan gangguan $Z_f = j0.1$ per unit.

A double line to ground fault at bus 3 through a fault impedance $Z_f = j0.10$ per unit.

- (iii) Gangguan talian ke talian pada bus 3 melalui suatu galangan gangguan $Z_f = j0.1$ per unit

A line to line fault at bus 3 through a fault impedance $Z_f = j0.10$ per unit.

(100 markah/marks)

6. Sebuah penjana segerak 50 Hz mempunyai pemalar inersia $H = 3$ MJ/MVA dan regangan peralihan faksi terus $X_d' = j 0.28$ per unit yang tersambung kepada suatu bus takhingga melalui hantaran talian ganda sebagaimana ditunjukkan dalam Rajah 6. *Seluruh regangan daripada komponen sistem ditandakan pada diagram pada suatu asas sistem bersama 100 MVA. Voltan bus tak hingga ialah 1.0 per unit dan dge (daya gerak elektrik) penjana ialah 1.25 pu. Penjana mengirim kuasa nyata ke bus takhingga ialah 1.0 per unit. Jika ada gangguan tiga fasa terjadi ditengah-tengah talian hantaran B, gangguan tersebut dibersihkan dengan membuka kedua pemutus litar diujung-ujung talian B secara bersamaan dan gangguan tersebut disekat, tentukan :*

...10/-

A 50 Hz synchronous generator having inertia constant $H = 3 \text{ MJ/MVA}$ and direct axis transient reactance $X_d' = j 0.28 \text{ per unit}$ is connected to an infinite bus through double transmission line as shown in Figure 6. All reactances of system component are marked on the diagram on a common system base 100 MVA. The infinite bus voltage is 1.0 per unit and emf generator is 1.25 pu. The generator is delivering real power of 1.0 per unit. If there is three-phase fault occurs at the middle of transmission line B, the fault is cleared with opening circuit breakers both on ends line B simultaneously and the faulted line is isolated, determine :

- (i) Sudut pembersihan kritikal daripada penjana.

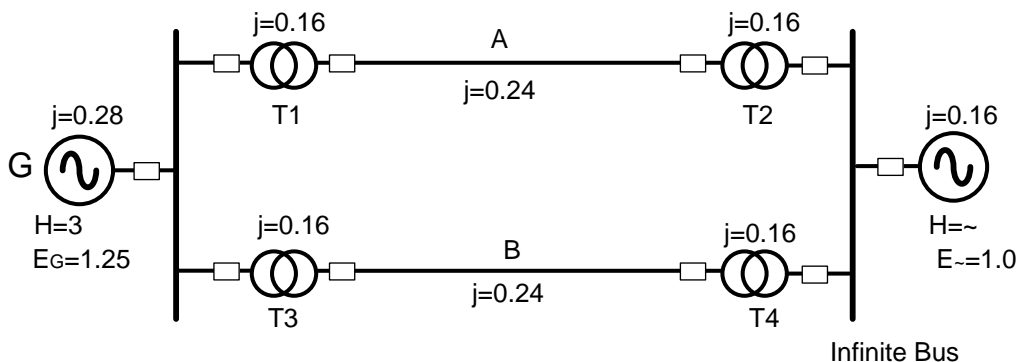
The critical clearing angle of generator.

- (ii) Masa pembersihan gangguan kritika.

The critical fault clearing time.

- (iii) Lukis kriteria sama-luas untuk sudut pembersihan kritikal.

Draw the equal-area criterion for critical clearing angle.



Rajah 6
Figure 6

(100 markah/marks)

oooOooo